

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

DE 99/3088



REC'D 09 DEC 1999

WIPO

PCT

E 109 / 787778

**Bescheinigung**

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen und Gleichstromwandler zur Durchführung des Verfahrens"

am 22. September 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole G 01 R und H 01 F der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 11. November 1999

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 45 778.2

- 107 -

Beschreibung

Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen und Gleichstromwandler zur Durchführung des Verfahrens

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen, insbesondere für die Verwendung in Gleichspannungs-Schaltgeräten und einen zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Gleichstromwandler.

10

Die Erfassung von Strömen in Gleichstromkreisen ist mit größeren technischen Problemen verbunden als die von Strömen in Wechselstromkreisen, in denen mittels magnetischer Wandler eine Übertragung auf eine Meßeinrichtung oder auf die Auslöseschaltung eines Schaltgerätes erfolgen kann.

15  
20  
Für Niederspannungs-Schaltgeräte besteht darüber hinaus die Forderung, daß die Messung möglichst aus dem System heraus erfolgen soll, d. h. ohne die Bereitstellung fremder Energie durch eine zusätzliche Energiequelle, die eine Hilfsspannung zur Verfügung stellt, was bei Wechselstromnetzen ebenfalls ein nur geringes Problem ist, oder zumindest mit einer Energiequelle mit nur geringer Leistung.

25  
Bekannt ist die Messung der Primärströme auf magnetischem Wege, also mit Hilfe von Hallsonden oder Feldplatten. Die Methode hat sich, zumindest für den hier bevorzugten Einsatzfall, jedoch als wenig geeignet erwiesen, da die Abbildgenauigkeit des Primärstromes unzureichend ist und es so leicht zu Fehlauslösungen des Überstromauslösers kommen kann.

30  
Bekannt ist es auch, einen Meßwiderstand (Shunt) in den Primärstromkreis einzufügen und die Spannung über diesem Meßwiderstand einem Trennverstärker zuzuführen, der ausgangsseitig auf die Auslöseschaltung einwirkt. Die Lösung ist jedoch

technisch sehr aufwendig wegen der Anforderungen, die der Trennverstärker erfüllen muß. Außerdem entsteht eine ständige, hohe Verlustleistung im Meßwiderstand.

5 Mit der EP-A 0 651 258 ist ein Meßverfahren für Gleichströme bekannt, bei dem der Primärleiter mit einer Erregerwicklung über einen Eisenkern magnetisch gekoppelt wird. Letzterer wird mit einem regelmäßigen, dreieckförmigen Wechselstrom erregt, der in einer weiteren, als Meßspule dienenden Wicklung  
10 regelmäßig beabstandete Impulse entstehen läßt. Wird der Eisenkern nun durch den Primärgleichstrom in der einen oder anderen Richtung vormagnetisiert, so ändert sich aufgrund der Verschiebung der Hysteresekurve des Eisenkerns der Abstand  
15 der gemessenen Impulse, der als Maß für den zu messenden Primärstrom ausgewertet werden kann. Die Lösung ist ebenfalls schaltungstechnisch sehr aufwendig und erfordert die ständige Bereitstellung einer Hilfsspannung mit einer entsprechenden Leistung, so daß ein nicht unbeträchtlicher Energieaufwand entsteht.

20 Ein weiteres Verfahren zur Messung von Gleichströmen beruht auf der Kompensation eines durch den Gleichstrom in einem Eisenkern hervorgerufenen Magnetfeldes durch eine Erregerwicklung. Zur Steuerung des Kompensationsstromes in der Erregerwicklung wird das Magnetfeld in einem Luftspalt des Eisenkerns mit Hilfe eines Magnetfeldsensors gemessen. Der in der Erregerwicklung fließende Strom bei erfolgter Kompensation, d. h. wenn das durch den Magnetfeldsensor gemessene Gesamtfeld zu Null geworden ist, dient als Maß für den Primärgleichstrom. Das Verfahren, das beispielsweise aus der EP-A 0 294 590 oder aus der DE-A 38 15 100 bekannt ist, er-

für den vorgenannten Zweck so nicht geeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Meßverfahren und schließlich einen Gleichstromwandler anzugeben, mit denen sich Gleichströme wesentlich energieärmer und möglichst genau abbilden lassen.

5

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das von einer Sekundärwicklung eines in einer Primärwicklung des von dem zu messenden Strom durchflossenen Eisenkerns gelieferte Stromsignal integriert und der integrierte Stromwert einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes zugeführt wird, wobei in vorgegebenen Zeitabständen ein Abgleich des integrierten Stromwertes durchgeführt wird, indem der zu messende Primärstrom nach dem Kompensationsverfahren unter Zuhilfenahme eines Magnetfeldsensors zur Messung des Magnetfeldes im Eisenkern ermittelt und der integrierte Stromwert auf diesen Wert korrigiert wird.

10

15

Das Verfahren kann zweckmäßig so durchgeführt werden, daß für die Messung nach dem Kompensationsverfahren die Sekundärwicklung als Kompensationswicklung benutzt wird.

20

Das Kompensationsverfahren kann vorteilhaft so durchgeführt werden, daß in die Sekundärwicklung oder eine separate Kompensationswicklung ein linear ansteigender Gleichstrom eingespeist wird.

30

Das Verfahren kommt mit einem Bruchteil des Energieaufwandes zuvor bekannter Gleichstromwandler aus, weil das Kompensationsverfahren nur in Zeitabständen durchgeführt wird, um die Drift des mit dem Integrationsverfahren ermittelten Stromwertes zu beseitigen.

35

Ein zur Durchführung des Verfahren geeigneter Gleichstromwandler weist erfindungsgemäß eine von dem zu messenden Primärgleichstrom durchflossene Primärwicklung und eine Sekun-

därwicklung auf, die über einen Eisenkern magnetisch gekop-  
pelt sind, sowie einen Magnetfeldsensor zur Messung des Ma-  
gnetfeldes des Eisenkerns, eine mit der Sekundärwicklung ver-  
bundene Integrierschaltung, deren Ausgang mit einer Meßein-  
richtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes ver-  
bunden ist und eine mit der Sekundärwicklung über einen Um-  
schalter oder mit einer separaten, auf den Eisenkern gewik-  
kelten Kompensationswicklung verbundene Kompensations-  
schaltung.

10

Der Magnetfeldsensor kann eine Hallsonde, ein Feldplatten-  
Sensor oder eine Indikatorwicklung sein, in die ein symmetri-  
scher Wechselstrom eingeprägt wird und dessen Spannungsunsym-  
metrie bzw. -symmetrie ein Maß für das Magnetfeld im Eisen-  
kern ist.

Zweckmäßig ist der Eisenkern mit einem Lufspalt versehen, in  
dem bzw. in dessen Nähe der Magnetfeldsensor angeordnet wird.

20 Die Sekundärwicklung liefert ein Signal, welches dem  $di/dt$   
des Primärgleichstromes entspricht. Die nachgeschaltete Aus-  
werteschaltung, vorzugsweise auf Mikroprozessor-Basis, bildet  
durch Integration des Signals aus der Sekundärwicklung den  
Primärgleichstrom ab und kann mit diesem Wert in bekannter  
Weise den Überstromschutz ausführen.

Zur Ermittlung des Primärstromes ist eine Langzeitintegration  
notwendig, bei der geringe Fehler über sehr lange Zeiten zu  
großen Abweichungen zwischen dem Rechenwert und dem wahren  
30 Primärstrom führen können, so daß ein Überstromauslöser feh-  
lerhaft arbeiten würde. Zur Vermeidung dieses unerwünschten

35 in die Sekundärwicklung oder eine separate Kompensationswick-  
lung ein Gleichstrom eingespeist, der von Null beginnend mit

der Zeit linear ansteigend eine Rampe hochfährt. Zur gleichen Zeit wird das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors beobachtet. Zeigt das Signal einen Umkehrpunkt oder einen Polari-tätswechsel, je nach dem Typ des verwendeten Magnetfeldsen-sors, so ist das Magnetfeld im Luftspalt Null und der Kompen-sationsstrom, multipliziert mit der Windungszahl der Sekun-där- bzw. Kompensationswicklung, gleich dem Primärstrom, mit dem dann der zuvor integrierte Stromwert korrigiert wird. Da-nach kann die Stromerfassung wieder durch Integration erfol-gen.

Wird für die Magnetfeldmessung eine Indikatorwicklung am Ei-senkern benutzt, so wird in diese Indikatorwicklung ein sym-metrischer Wechselstrom eingeprägt. Parallel zur Indikator-15 wicklung wird die Spannung gemessen. Ist das Magnetfeld un-gleich Null, so ergibt sich wegen der magnetischen Charakte-ristik des Eisenkernes eine mehr oder weniger starke Unsymme-trie der Spannung. Wird das Magnetfeld bei ansteigendem Kom-pensationsstrom schließlich Null, so ergibt sich eine symme-trische Wechselspannung. Der gesuchte Meßpunkt ist dann er-reicht. Im Gegensatz zu dem zum Stand der Technik beschriebe-nen Kompensationsverfahren muß dabei keine Regelung des Kom-pensationsstroms erfolgen. Vielmehr kann der Meßvorgang abge-brochen werden, wenn durch den linear ansteigenden Kompensa-tionsstrom das Magnetfeld im Eisenkern zu Null geworden ist.

Die Verwendung einer solchen Indikatorwicklung hat den Vor-teil gegenüber anderen Magnetfeldsensoren, daß ihre Tempera-turfestigkeit wesentlich höher ist. Die Temperaturfestigkeit 30 hängt nur von der Isolationsklasse der Wicklung ab. Übertem-peraturen bis 200°C können bei entsprechender Isolation zuge-lassen werden.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

5 Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der für den Gleichstromwandler benötigten Anordnung

Fig. 2 das beim regelmäßigen Abgleich mit verschiedenen Magnetfeldsensoren entstehende Signal

10

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Anordnung zur Kompensationsmessung.

Fig. 1 zeigt in einer Prinzipdarstellung die Anordnung, die 15 zur Durchführung des Verfahrens benötigt wird. Ein Primärstromleiter 1 eines Gleichspannungsnetzes wird durch einen Eisenkern 2 des Gleichstromwandlers hindurchgeführt. Der Eisenkern 2 ist mit einem Luftspalt 3 versehen, in dem ein Magnetfeldsensor 4 untergebracht ist. Auf den Eisenkern 2 ist 20 eine Sekundärwicklung 5 aufgebracht, deren Strom das zu verwertende Signal liefert. Das Stromsignal wird in einer hier nicht gezeigten Integrierraumsschaltung integriert und liefert dann ein Abbild für den Primärstrom  $I_{\text{Prim}}$ .

Zum Abgleich des integrierten Stromwertes wird eine zweite Strommessung mit Hilfe des Magnetfeldsensors 4 durchgeführt. Dazu wird die bis dahin durchgeführte Strommessung kurzzeitig unterbrochen und in die Sekundärwicklung 5 ein linear ansteigender Kompensationsstrom  $I_{\text{sek}}$  eingespeist, bis das Ausgangssignal  $I_s$  des Magnetfeldsensors 4 einen Umkehrpunkt bzw. einen Polarisationswechsel erreicht, wie in Fig. 2 gezeigt ist.

35 Diesem gemessenen Wert wird der zuvor mittels Integration ermittelte Stromwert nun korrigiert.

Fig. 3 zeigt eine Möglichkeit zur Realisierung der Feldmessung im Eisenkern 2. Die Sekundärwicklung 5 wird hierbei als Kompensationswicklung verwendet. Gezeigt ist nur der Betrieb während der Kompensationsphase. Die Sekundärwicklung 5 ist mit einer steuerbaren Gleichstromquelle 6 verbunden, die beispielsweise einen linear ansteigenden Strom in die Sekundärwicklung 5 einspeist.

10 In eine Indikatorwicklung 7 wird ein symmetrischer Wechselstrom, der von einer Wechselstromquelle 8 geliefert wird, eingespeist. Die Spannung über der Indikatorwicklung 7 wird gemessen. In der positiven Halbwelle werden in einem Spitzenwertspeicher 9 der positive Spitzenwert und in der negativen 15 Halbwelle in einem Spitzenwertspeicher 10 der negative Spitzenwert gespeichert. Als Spitzenwertspeicher sind z. B. Kondensatoren geeignet. Beide Werte werden anschließend in einem Komparator 11 verglichen.

20 Solange der Komparatowert ungleich Null ist, bedeutet das, daß die Spannung wegen der magnetischen Eigenschaften des durch den Primärstrom  $I_{\text{prim}}$  vormagnetisierten Eisenkerns 2 unsymmetrisch ist.

Beträgt der Komparatowert Null, so ist die gemessene Wechselspannung über der Indikatorwicklung 7 symmetrisch und somit ein Maß dafür, daß das Magnetfeld im Eisenkern Null, d. h. der Primärgleichstrom  $I_{\text{prim}}$  kompensiert ist. Der Strom  $I_{\text{sek}}$  in der Sekundärwicklung 5 ist in diesem Augenblick ein Maß 30 für den Primärgleichstrom  $I_{\text{prim}}$ . Der Wert wird festgehalten, um mit ihm anschließend den mit dem Integrationsverfahren gewonnenen Stromwert zu korrigieren. Die Integration und die Stromwertkorrektur erfolgen zweckmäßig digital in einem hier nicht gezeigten Mikroprozessor. Für den Fall der Anwendung in 35 einer Auslöseschaltung eines Gleichstromschaltgerätes ist die

Auslöseschaltung ohnehin bereits mit einem Mikroprozessor ausgerüstet, der hierfür mitverwendet werden kann.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen, insbesondere für die Verwendung in Überstromauslösern von Gleichspannungs-

5 Schaltgeräten,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

daß das von einer Sekundärwicklung eines in einer Primär-

wicklung des von dem zu messenden Strom durchflossenen Eisen-

kerns gelieferte Stromsignal integriert und der integrierte

10 Stromwert einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes zugeführt wird, wobei in vorgegebenen

Zeitabständen ein Abgleich des integrierten Stromwertes

durchgeführt wird, indem der zu messende Primärstrom nach dem Kompensationsverfahren unter Zuhilfenahme eines Magnetfeld-

15 sensors zur Messung des Magnetfeldes im Eisenkern ermittelt und der integrierte Stromwert auf diesen Wert korrigiert

wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

daß zur Durchführung des Kompensationsverfahrens die Sekun-

därwicklung als Kompensationswicklung benutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

daß zur Durchführung des Kompensationsverfahrens in die Se-

kundärwicklung oder eine separate Kompensationswicklung ein

linear ansteigender Gleichstrom eingespeist wird.

30 4. Gleichstromwandler zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

daß eine von dem zu messenden Primärgleichstrom durchflossene Primärwicklung (1) und eine Sekundärwicklung (5), die über

35 einen Eisenkern (2) magnetisch gekoppelt sind, einen Magnet-

10

feldsensor (4) zur Messung des Magnetfeldes des Eisenkerns (2), eine mit der Sekundärwicklung (5) verbundene Integriertschaltung, deren Ausgang mit einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes verbunden ist und eine mit der Sekundärwicklung (5) über einen Umschalter oder mit einer separaten, auf den Eisenkern (2) gewickelten Kompensationswicklung verbundene Kompensationsschaltung.

5. Gleichstromwandler nach Anspruch 4,

10 dadurch gekennzeichnet  
daß der Eisenkern (2) einen Luftspalt (3) aufweist, in dem  
oder in dessen Nähe der Magnetfeldsensor (4) angeordnet ist.

6. Gleichstromwandler nach Anspruch 4 oder 5,

15 dadurch gekennzeichnet  
daß der Magnetfeldsensor (4) eine Hallsonde ist.

7. Gleichstromwandler nach Anspruch 4 oder 5,

20 dadurch gekennzeichnet  
daß der Magnetfeldsensor (4) ein Feldplatten-Sensor ist.

8. Gleichstromwandler nach Anspruch 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet  
daß der Magnetfeldsensor (4) eine mit einem symmetrischen Wechselstrom beaufschlagbare Indikatorwicklung (7) ist, deren Spannungsunsymmetrie in einer Auswerteschaltung (9, 10, 11) zur Messung des Magnetfeldes im Eisenkern (2) verwertbar ist.

## Zusammenfassung

Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen und Gleichstromwandler zur Durchführung des Verfahrens

5

Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen, insbesondere für die Verwendung in Gleichspannungs-Schaltgeräten und einen Gleichstromwandler zur Durchführung des Verfahrens.

10

Für Niederspannungs-Schaltgeräte besteht die Forderung, daß die Messung des Primärgleichstromes möglichst aus dem System heraus erfolgen soll, d. h. ohne die Bereitstellung fremder Energie durch eine zusätzliche Energiequelle, die eine Hilfsspannung zur Verfügung stellt, oder zumindest mit einer Energiequelle mit nur geringer Leistung.

15

Mit dem vorliegenden Verfahren wird das von einer Sekundärwicklung eines in einer Primärwicklung des von dem zu messenden Strom durchflossenen Eisenkerns gelieferte Stromsignal integriert und der integrierte Stromwert einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes zugeführt, wobei in vorgegebenen Zeitabständen ein Abgleich des integrierten Stromwertes durchgeführt wird, indem der zu messende Primärstrom nach dem Kompensationsverfahren unter Zuhilfenahme eines Magnetfeldsensors zur Messung des **Magnetfeldes** im Eisenkern ermittelt und der integrierte Stromwert auf diesen Wert korrigiert wird.

20

Das Verfahren kommt mit einem Bruchteil des Energieaufwandes zuvor bekannter Gleichstromwandler aus, weil das Kompensationsverfahren nur in Zeitabständen durchgeführt wird, um die Drift des mit dem Integrationsverfahrens ermittelten Stromwertes zu beseitigen.

30

Fig. 1

98 P 4184

1/2

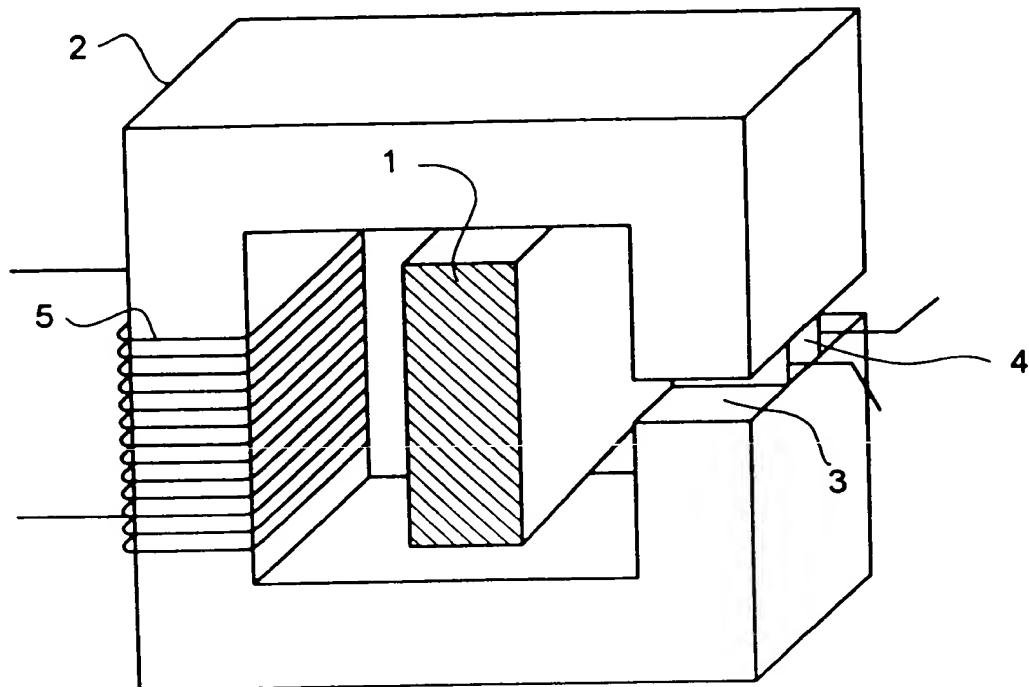


FIG 1

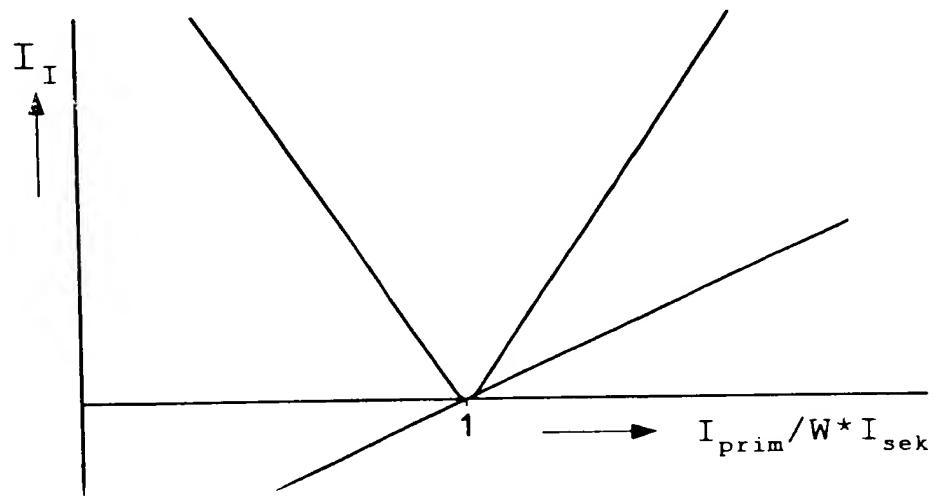


FIG 2

98 P 4184

2/2

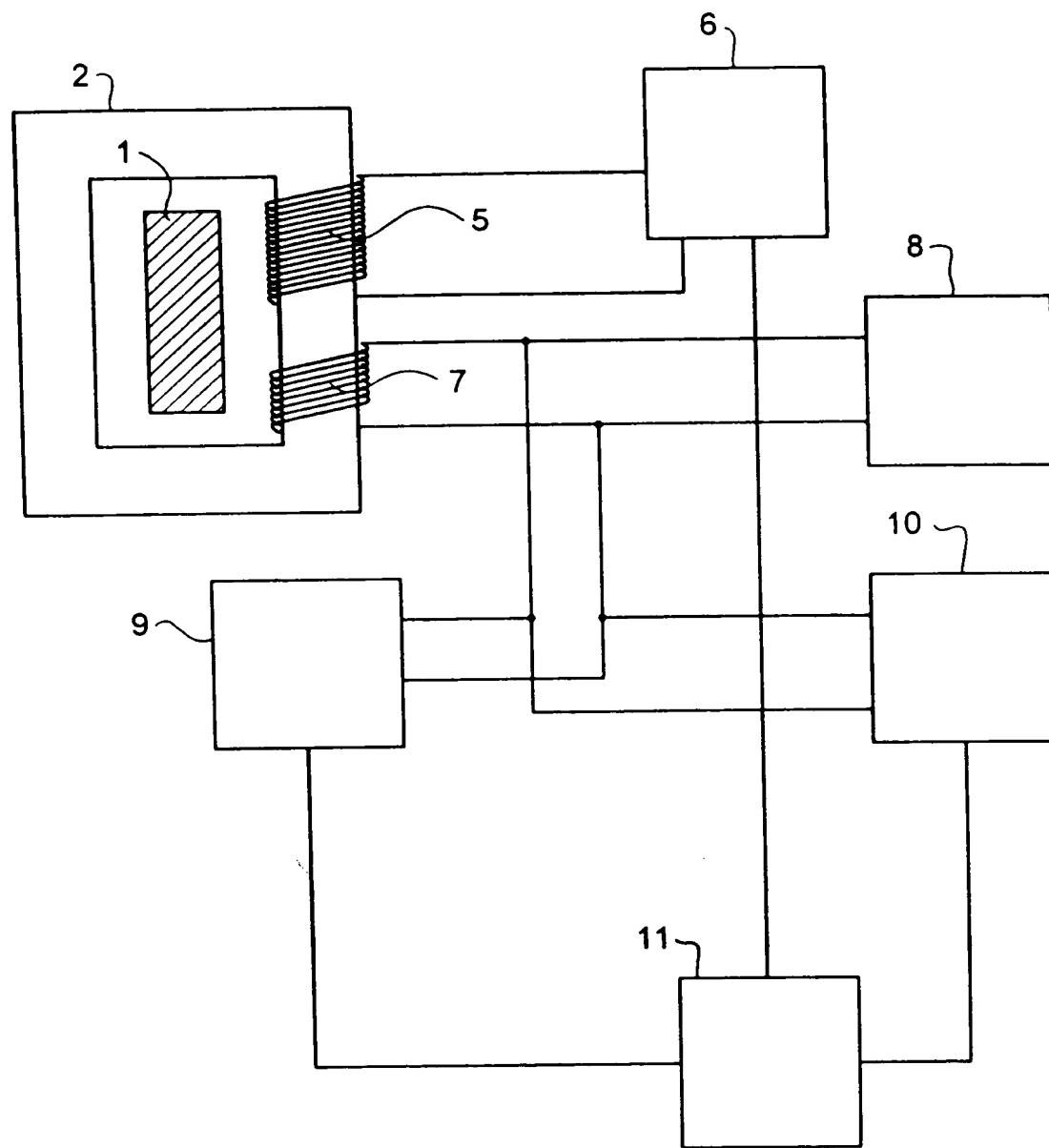


FIG 3